

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-089336

(43)Date of publication of application : 23.04.1987

(51)Int.Cl.

H01L 21/66

G01N 21/88

H01L 21/68

(21)Application number : 60-228637

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 16.10.1985

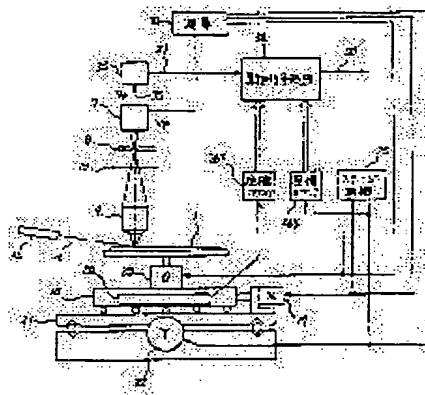
(72)Inventor : OSHIMA YOSHIMASA  
KOIZUMI MITSUYOSHI  
YAMAUCHI YOSHIHIKO

## (54) INSPECTING DEVICE FOR SEMICONDUCTOR WAFER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable an inspection of a foreign matter and a pattern defect in high sensitivity and at high reliability by a method wherein the foreign matter or the pattern defect is detected at the level that the circuit pattern is not misdetrcted, the detected result is compared with the inspected result immediately before the detection and the information detected at the same place is decided to be a false information due to patterns.

**CONSTITUTION:** A wafer 1 is irradiated with an S polarized laser beam 4 and the reflected light is condensed by an object 9 and is detected by a photoelectric converter 7. Moreover, an analyzer 13 for shielding the S polarization component of the reflected light and a slit 8 for limiting the range of detection are inserted in the detecting optical path. The wafer 1 is scanned in X and Y directions respectively by X and Y stages 18 and 21 for being inspected its whole surface, is further adjusted by a motor 23 so that an angle  $\theta$  between the wafer and the X table scanning direction becomes 0 and the positioning in the X and Y direction is executed before starting an inspection in such a way that even though the wafer is replaced, a test pattern and an alignment pattern are displayed on the same coordinates each time. A foreign matter signal processing circuit 34 excludes an actual foreign matter signal 50 as a false information in case even information related to the wafer inspected last exist in the contents of coordinate counters 26x and 27y at the time a foreign matter signal 37 come.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-89336

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)4月23日

H 01 L 21/66

7168-5F

G 01 N 21/88

7517-2G

H 01 L 21/68

7168-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 半導体ウェハ検査装置

⑮ 特 願 昭60-228637

⑯ 出 願 昭60(1985)10月16日

⑰ 発 明 者 大 島 良 正 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑱ 発 明 者 小 泉 光 義 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 山 内 良 彦 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1 発明の名称

半導体ウェハ検査装置

2 特許請求の範囲

1 ウェハ上の少なくとも2箇所のパターン位置を検出する測定手段と、測定結果に基づいて前記ウェハのX、Y、θ方向の位置補正量を演算する演算回路と、X、Y、θ位置補正機構より成るウェハ位置補正手段を備える半導体ウェハ検査装置。

2 前記測定手段は光学的測定手段でなり、該光学的測定手段の対物レンズと光電変換器とパターン照明器とを半導体ウェハ検査装置の本体と共用していることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体ウェハ検査装置。

3 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、半導体LSIウェハ、特にLSI製造中間工程でのパターン付ウェハ上の欠陥(微小異物やパターン欠陥)を高感度、高信頼

度で検出するのに好適な半導体ウェハ検査装置に関する。

〔発明の背景〕

従来のウェハ上の異物検査装置では、(I)レーザ光の一次元高速走査と試料の並進低速移動の組合せや、(II)試料の高速回転と並進低速移動との組合せによる面状走査を用いて、試料全面の走査・検出を行なっている。又、特開昭57-80546号公報記載の従来技術では、自己走査型一次元光電変換素子アレイの電気的走査と試料低速移動を組合せて上記(I)と同等の走査を実現している。更に、最新半導体工場自動化システム総合技術集成、第7節詳化システムに記載の従来技術では、試料ウェハの半径位置に自己走査型一次元光電変換素子アレイを配置し、これと試料の回転移動とを組合せて上記(II)と同等の走査を実現している。

しかし、上記従来技術の方法は、試料上にレーザ光を照射し、その散乱光を検出しているため、パターンが生成されたウェハでは、異物と

同時にパターンも検出されてしまい、パターン付ウエハには適用できないという不都合がある。

LSI製造の中間工程でのパターン付ウエハ上の異物検査作業は、製品歩留り向上、信頼性向上の為に不可欠である。この作業の自動化は、特開昭55-149829号の他、特開昭54-101390号、55-94145号、56-30630号等の一連の公開特許公報に示されている様に、偏光を利用した検出方法により実現されている。この原理を第8図～第14図を用いて説明する。

第8図に示す如く、照明光4をウエハ1表面に対して傾斜角度 $\phi$ で照射したのみでは、パターン2と異物3から同時に散乱光5と散乱光6が発生するので、パターン2と異物3とを弁別して検出することはできない。そこで照明光4として、偏光レーザ光を使用し、異物3のみを検出する工夫を行なっている。

第9図に示す如く、ウエハ1上に存在するパターン2にS偏光レーザ光4を照射する。(ここでレーザ光4の電気ベクトル10がウエハ表面

に平行な場合をS偏光レーザ照明と呼ぶ。)一般に、パターン2の表面凹凸は微視的に見ると照明光の波長に比べて十分小さく、光学的に滑らかであるので、その反射光5もS偏光成分11が保たれる。従って、S偏光レーザの検光子13を反射光5の光路中に挿入すれば、反射光5は選光され、光電変換素子7には到達しない。一方、第10図に示す如く、異物3からの散乱光6にはS偏光成分に加えて、P偏光成分12も含まれる。これは、異物3表面は粗く、偏光が解消される結果、P偏光成分12が発生するからである。従って、検光子13を通過するP偏光成分14を光電変換素子7により検出すれば異物3の検出が可能となる。

ここでパターン反射光は、第8図に示す様に、レーザ光4に対してパターン2の長手方向となす角度が直角の場合には、反射光5は検光子13により完全に選光されるが、この角度が直角と異なる場合は完全に選光されない。この考察は計測自動制御学会論文集Vol.17, No.2, P232

3.

～P242, 1981に述べられている。これによれば、この角度が直角より $\pm 30^\circ$ 以内の範囲のパターンからの反射光のみが、ウエハ上方に設置した対物レンズに入射するので、この範囲のパターン反射光5は検光子13により完全に選光されないが、その強度は2～3 $\mu\text{m}$ の異物からの散乱光と弁別できる程度に小さいので実用上問題とならない。

ここで、偏光レーザ光4の傾斜角度 $\phi$ は1～3°程度に設定している。これは以下に示す理由による。第11図に示す実験では、S偏光レーザ4に対する2 $\mu\text{m}$ 異物散乱光の検光子13通過成分14の強度 $V_s$ (第13図)と、パターン反射光5の検光子通過成分強度 $V_p$ (第14図)を対物レンズ9(倍率40 $\times$ ,  $N.A = 0.65$ )を用いて測定した。実験結果を第12図に示す。これはレーザ傾斜角度 $\phi$ を横軸にとり、異物・パターンの弁別比 $V_s/V_p$ をプロットしたものである。同図より傾斜角度 $\phi$ が5°以下の場合に $V_s$ は $V_p$ と容易に弁別できるので、安定な異物検出が可能となる。又、設

4.

計的な事柄を考慮すると、 $\phi = 1^\circ \sim 3^\circ$ が最適である。

ここで、レーザ光源15を左右から2個用いているのは、異物性を有する散乱光が発生する異物に対して安定な検出を可能とする目的からである。

次に、この検出原理を用いた異物検査方法を第15図～第18図で説明する。

第15図に示す様に、検出範囲を制限する為にスリット8を試料結像面に設ける。これによりスリット8の開口部の試料上への投影面積8 $\phi$ の範囲内の散乱光のみが一度に検出されるので、この面積内でのパターン反射光P成分の積算強度14Pに比べて異物散乱光P成分14 $\phi$ が十分大きければ、異物3が安定に検出できる。故に、この面積8 $\phi$ を、検出すべき異物の大きさ(2～3 $\mu\text{m}$ )と同程度の大きさにすれば、検出感度が最適となる。しかし、第16図に示す様に、面積が小さいとそれだけ走査回数が多くなり、長時間の検査時間を要する。逆に開口面積8 $\phi$ を

5.

6.

大きくすると、短時間に検査できるが、検出感度が劣化する結果となる。この様子を第17図、第18図を用いて説明する。

第17図ではウェハ表面の平面図(a)と断面図(b)を示す。パターン2にはパターンの僅かな凹みや、レーザ光4の照射方向に対して直角以外の角度を有する個所があり、この個所の各々から僅かな散乱光P成分14pが発生する。一方0.5~2μm程度の大きさの小異物3と2μm以上の大異物3'からは、上記パターン個所の各々に比べて大きな強度のP成分14dが発生する。

第18図に開口8が試料上を走査した場合の光電変換素子7の信号出力を示す。同図(a)ではP成分14p及び14dの試料上の分布を示す。この分布上を開口8が走査すると、同図(b)に示す出力を得る。この例では小異物3とパターン2のエッジからの出力が同一であるので、被検で示す閾値はこの出力より高い位置に設定せざるを得ない。この結果、欠陥信号は大異物のみの検出に限定される。

. 7 .

在する場所によりその形状が微妙に異なっている。従って検査する必要のないテストパターン16により欠陥検出感度が制限されている。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、テストパターンやアライメントパターン等の虚報を除去し、微小な異物やパターン欠陥を高感度で検査する半導体ウェハ検査装置を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

テストパターンやアライメントパターンは、ウェハ(レクチル、フォトリソを含む)の品種ごとに同一個所に配置されている。回路パターンを誤検出しないレベルで異物あるいはパターン欠陥を検出し、直前に検査した同一品種ウェハの検査結果と比較すると、テストパターンやアライメントパターンによる虚報はウェハが同一品種の場合には必ず同じ個所で検出される。一方、異物あるいはパターン欠陥は確率的に同一個所で検出されることは少ないので、同一個所で検出されたものをテストパターンやアライ

メントパターンに示す様に、ウェハ上にはテストパターン16aやアライメントパターン16bが存在している。テストパターン16aは回路パターンのでき具合をチェックするためのものであり、アライメントパターン16bはマスクアライメント用のパターンである。これらは通常の回路パターン17に比べて細くなっていたり、著しく高いパターン段差を有している。異物と紛らわしい形状をしているものがあり、上記異物検出限界はこれらのテストパターンやアライメントパターンにより決定される。これらは回路パターン17外にあり、その機能はLSI本来の機能とは異なる為厳密な異物検査を行なう必要はないが、これらが存在するために異物検出性能を劣化させた状態で検査せざるを得ない。感度を高めると、テストパターンやアライメントパターンが虚報になってしまう。

パターン欠陥検査の場合にも上記の事情は同様である。テストパターン16aは回路パターン17に比べ異なる。条件で作られているため、存

. 8 .

メントパターンによる虚報であるとして検査結果から排除することにより、高感度かつ高信頼度を異物あるいはパターン欠陥の検査が可能となる。

この為、異物検出の前にウェハの位置を検出し、位置の補正を行う必要がある。そこで、本発明の半導体ウェハ検査装置は、試料ウェハ上の少なくとも2箇所のパターン位置を検出する測定手段と、測定結果に基づいてX、Y、θ方向のウェハの位置補正量を演算する演算回路と、X、Y、θ位置補正機構より成るウェハ位置補正装置とを備える。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図乃至第7図を参照して説明する。尚、異物を検査する場合について述べるが、パターン欠陥を検査することも同様に行うことができる。

第1図は異物検査装置の構成図である。ウェハ1を5偏光レーザ光4により照射し、反射光を対物レンズ9で集光し、光電変換素子7で検

. 9 .

. 10 .

出する。また検出光路中には、反射光のS偏光成分を遮光する検光子13と、検出範囲を制限するスリット8を挿入してある。

ウェハ1は、その全面を検査するために、Xステージ18及びYステージ21により夫々X、Y方向に走査する。Xステージ18はモータ19により、Yステージ21はモータ22により駆動される。ここで、ウェハの走査を、第18図に示した如くする為に、X方向には連続送り、Y方向には間欠送りとする。Xステージ18は連続送りでかつ高速移動が要求される為、モータ19には通常直流モータを使用する。またX方向のステージ座標を知るためにリニアスケール等のポジションセンサ20が必要となる。Yステージ21は間欠送りで高速移動が要求されない為、モータ22は通常ステップモータを使用し、Y方向ステージ座標はステップモータ送り量から知ることができる。25はステージ制御回路であり、モータ19とモータ22を制御して第18図に示したようなウェハ走査を行なう。このときX方向走査とウェハ

パターン方向とが平行になるようにモータ23を駆動し、ウェハ回転方向を調整する。この場合、予めアライメントパターン16の位置を検出し、回転方向の位置ずれを後述のように測定する。

25x、25yは座標カウンタであり、各々ポジションセンサ20の出力と、Y方向間欠送り量をカウントする。

33は2値化回路であり、光電変換素子7の検出信号35を2値化して、異物信号37を発生する。2値化は第2図に示すように、検出信号35を閾値36と比較することにより行なうが、このとき閾値36のレベルは、回路パターン検出信号35bを2値化せず、テストパターンあるいはアライメントパターン検出信号35cと微小異物検出信号35dを2値化するレベルに設定する。

第1図の異物信号処理回路34は、検出した異物が虚報であるか否かを判断し、虚報の場合には実異物信号50を出力しないようにする。虚報の除去は次のように行なう。異物信号37が来たときの座標カウンタ25x、25yの内容が、前に

. 11 .

検出したウェハでも存在した場合には、検出した異物は虚報であるとして実異物信号50をインヒビット(除外)する。この機能を実行するには、ウェハが入れ替ってもテストパターンやアライメントパターンが毎回同じ座標になる必要があり、このため検査開始前にウェハのXYθ方向の位置合せを行なう。

ウェハ位置合せの一例を第5図に示す。同図に示すように照明ランプ29、ハーフミラー27、28およびTVカメラ等のイメージセンサ30を異物検出光学系内に挿入する。尚、まったく別な光学系としても良いが、異物検出光学系の対物レンズ9を共用した方が、光学系がコンパクトになる。照明ランプ29によりウェハ1表面を照明し、対物レンズ9によるウェハパターン拡大像をイメージセンサ30で検出する。検出するウェハパターンはアライメントパターン16b又は任意の特定パターンであるが、第4図に示すように、A、B2個所で検出する。一例として、イメージセンサ30がTVカメラ、検出パターン

. 13 .

. 12 .

が特定パターンの例としてガードラインコーナである場合を第5図、第6図で説明する。まず点Aでガードラインコーナ31を検出し、TVカメラ内基準線51とのずれ $\Delta X_A$ 、 $\Delta Y_A$ を求める。次にXテーブル18を移動させ、点Bにおけるずれ $\Delta X_B$ 、 $\Delta Y_B$ を求める。移動量はチップサイズの整数倍である。2個所でのずれ量を求めたら、移動量 $X_m$ と各ずれ量により、ウェハパターンとXテーブル走査方向の角度 $\theta = (\Delta Y_A - \Delta Y_B) / X_m$ を求め、これが零となるようにモータ23を駆動する。次に $\Delta X_A$ 、 $\Delta Y_A$ (又は $\Delta X_B$ 、 $\Delta Y_B$ )が零となるようにモータ19、モータ22を駆動する。これ等の位置補正の演算は、演算回路70で行なう。その後座標カウンタ25x及び25yをゼロクリアしてやれば、ウェハが入れ替っても、テストパターンやアライメントパターンを常に同じ座標として検出することができる。

テストパターンやアライメントパターンを虚報として除去する方法を第7図により説明する。

異物メモリ38は、前に検査したウェハにおけ

る検出異物(虚報も含む)の座標の値を記憶しておく。異物信号37が発生したとき、座標カウンタ25x, 25yの値をラッチ41, 42にストアする。同時に、異物メモリ38の内容を順次読み出し、ラッチ39, 40に一時ストアする。ラッチ39とラッチ41の差の絶対値を、演算回路43で算出し、X方向座標のずれを求める。このずれ量と許容値 $\epsilon_x$ とを比較回路45で比較し、ずれ量が許容値 $\epsilon_x$ 以下のときに一致信号を出力する。同様に演算回路44で、ラッチ40とラッチ42の差の絶対値を求め、Y方向座標のずれを求める。比較回路46でY方向のずれ量と許容値 $\epsilon_y$ と比較し、ずれ量が許容値 $\epsilon_y$ 以下のときに一致信号を出力する。そして、ANDゲート47で比較回路45と比較回路46の出力の論理積をとり、インバータ48でANDゲート47の出力を反転させる。異物メモリ38の中に検出した異物と同じ座標の値が記憶されていれば、インバータ48の出力は"0"となる。ANDゲート49でインバータ48出力と異物信号37の論理積をとると、前に検査したウ

ェハにも同座標の異物(あるいは虚報)があったときには、それは虚報であるとして異物信号50は出力されなくなる。

ここで、異物メモリ38は異物座標を記憶しておくものである。記憶しておく座標が1枚目(最初)に検査したウェハのものであるならば、第7図に示す構成で良いが、直前に検査したウェハのものを使用するのであれば、異物メモリをもう1組用意する必要がある。つまり検査中のウェハの異物座標(25x, 25y出力)をもう1組の異物メモリに記憶しながら、異物メモリ38の内容と比較する。次のウェハを検査する場合には異物メモリを入れ替え、異物座標を異物メモリ38に記憶しながらもう1組の異物メモリの内容と比較する。

上述の方法は、検査中に異物を検出する毎に判定を行なっているが、検査終了後に一括して判定することもできる。例えば前回検査した異物座標を異物メモリ38に記憶し、今回検査した異物座標をもう1組の異物メモリに記憶する。

. 15 .

検査終了後に異物メモリ38ともう1組の異物メモリとに記憶されている異物座標を各々の異物について比較することにより、上述方法と同様な機能にすることができる。

尚、第3図~第6図で説明した光学的位置合せは、必ずしも必要でないが、組合せとしてのウェハ外形基準位置合せは最低限必要である。検査前にウェハ外形基準の位置合せを行ない、第7図に示した許容値 $\epsilon_x, \epsilon_y$ を大きくすれば、光学的位置合せと同様の機能を有することができる。

ウェハパターン欠陥検査の場合にも、照明系、検出器及び検出信号処理回路を変更するのみで、上述効果が得られることは明白である。

以上のように、前に検査したウェハと同一座標に存在したものは、テストパターンやアライメントパターンであるとして異物信号として出力しないようにすることにより、異物検出精度を向上させることができる。

(発明の効果)

. 17 .

. 16 .

本発明によれば、テストパターンやアライメントパターンのように、欠陥(異物あるいはパターン欠陥)に類似した形状のものが存在しても、それらを欠陥と誤検出することなしに、回路パターン内の微小な欠陥のみの検出を高感度かつ安定に行なうことのできる。このため、装置の自動化が容易になる。

尚、本発明はウェハに限定されず、ホトマスキやレザクル等の他の製品の検査にも適用可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る異物検査装置の構成図、第2図は検出信号処理説明図、第3図はウェハ位置決め装置の一例を示す構成図、第4図はウェハの平面図、第5図及び第6図は第4図に示すウェハの部分拡大図、第7図は異物信号処理回路の詳細構成図、第8図は反射光と散乱光の説明図、第9図はパターンからの反射光の説明図、第10図は異物からの散乱光の説明図、第11図はレーザ光照射方法説明図、第12

. 18 .

図はパターン・異物弁別性能の実験結果を示すグラフ、第13図及び第14図は夫々第12図に示す $V_s$ 及び $V_p$ の説明図、第15図は検査装置の要部概観図、第16図は走査説明図、第17図(a)及び(b)は夫々ウェハの部分拡大平面図及び断面図、第18図(a)はウェハ上のパターン・異物の一方向の分布図、第18図(b)は検出信号及び欠陥信号の波形図、第19図はウェハの詳細平面図である。

- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| 1 … ウェハ       | 2 … パターン           |
| 3 … 異物        | 4 … 照明光            |
| 5 … 反射光       | 6 … 散乱光            |
| 7 … 光電変換素子    | 8 … スリット           |
| 9 … 対物レンズ     | 13 … 検光子           |
| 16 … テストパターン  | 17 … 回路パターン        |
| 18 … Xステージ    | 19 … X用モータ         |
| 20 … ポジションセンサ | 21 … Yステージ         |
| 22 … Y用モータ    | 23 … $\theta$ 用モータ |
| 29 … 照明ランプ    | 30 … イメージセンサ       |
| 33 … 2値化回路    | 34 … 異物信号処理回路      |
| 38 … 座標メモリ    | 39, 42 … ラッチ       |

43, 44 … 演算回路

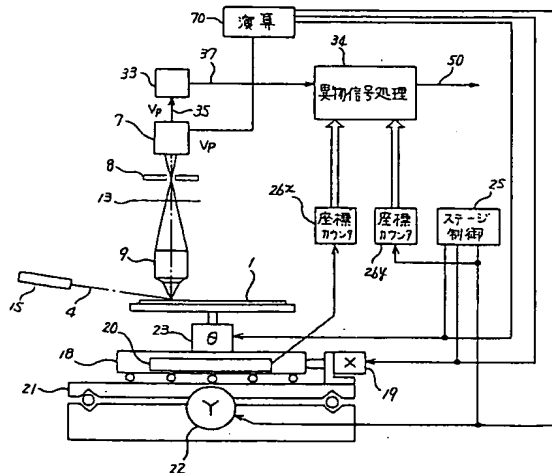
45, 46 … 比較回路

代理人弁理士 小川 勝男

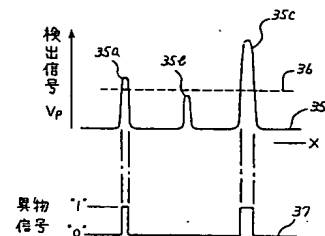
. 19 .

. 20 .

第1図

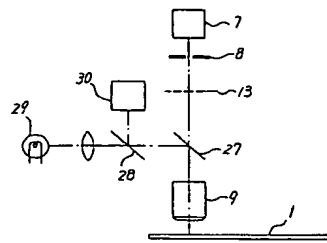


第2図

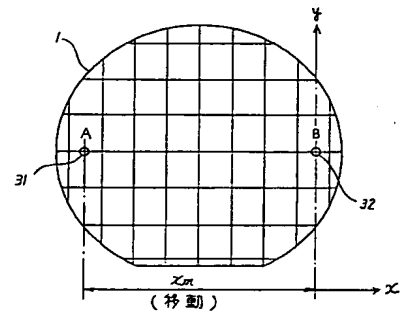




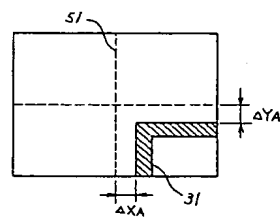
第3図



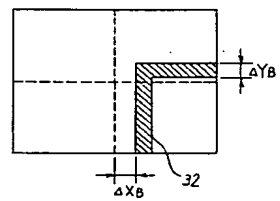
第4図



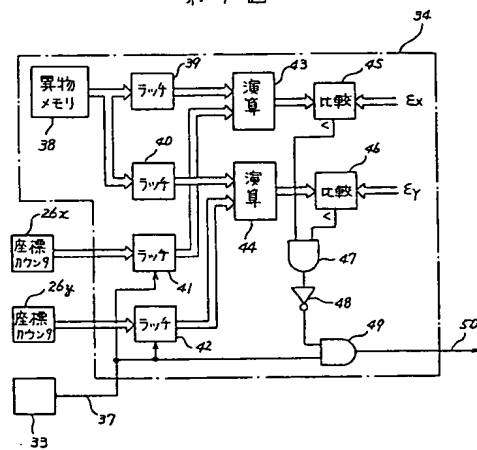
第5図



第6図



第7図





第19図

